

Mitteilung des Instituts für Baustoffkunde und Stahlbetonbau
der Technischen Universität Braunschweig
o. Prof. Dr.-Ing. Karl Kordina

B e r i c h t

über die

"Untersuchung des Kriech- und Schwindverhaltens von Blähschiefer-
Leichtbeton mit und ohne Zusatz von EFA - Füller."

B I B L I O T H E K
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz
der Technischen Universität Braunschweig
Beethovenstraße 52
D-3300 Braunschweig

vorgelegt von
Olaf Hjorth

Braunschweig 1971

I n h a l t

	Seite
1. Aufgabenstellung	1
2. Versuchsprogramm	1
3. Versuchsaufbau	2
4. Betonzusammensetzung und Festigkeitswerte	2
5. Belastung und Verformungsmessungen	3
6. Ergebnisse der Langzeit-Beobachtungen	4
6.1 Schwinden	4
6.2 Kriechen	5
7. Zusammenfassung	6
 Literatur	 7
Anlagen 1 bis 9	
Anhang Tabellen 5 - 11	

Untersuchung des Kriech- und Schwindverhaltens von Blähschiefer-Leichtbeton mit und ohne Zusatz von EFA - Füller.

1. Aufgabenstellung

Zur Untersuchung des Kriech- und Schwindverhaltens von unbewehrtem Leichtbeton wurden in den Jahren 1967 bis 1970 im Institut für Baustoffkunde und Stahlbetonbau Laboruntersuchungen durchgeführt.

Gleichzeitig sollte der Einfluß von Elektro-Filter-Asche als Füllstoff ("EFA - Füller") auf die Leichtbetoneigenschaften erfaßt werden.

Anlaß für diese Untersuchungen war der Bau der Leichtspannbetonbrücke Gittelde/Harz im Jahre 1967. Im Rahmen der betontechnologischen Voruntersuchungen wurden die hier beschriebenen Langzeitversuche vom Institut für Baustoffkunde und der Lenz-Bau AG gemeinsam konzipiert und sollten zunächst kurzfristig erste Schätzwerte der zeitabhängigen Verformungen liefern, die der Bauwerksberechnung zugrunde gelegt werden konnten. Genauere Aussagen über das Langzeitverhalten waren derzeit jedoch nicht möglich (vgl. Lit. [8]). Über die Ergebnisse der mehr als 3-jährigen Langzeitbeobachtungen wird nun berichtet.

2. Versuchsprogramm

Es wurden insgesamt 10 Leichtbetonzylinder mit den Abmessungen $\varnothing = 20 \text{ cm}$, $l = 80 \text{ cm}$ hergestellt sowie außerdem verschiedene Nebenversuchskörper zur Ermittlung der Betonfestigkeiten und des E - Moduls.

Nachfolgende Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Verwendung und Serieneinteilung der zylindrischen Prüfkörper:

Tabelle 1 Übersicht der Versuchskörper

Serienbezeichnung:	KLB I	KLB II	KLB III
Zusatz von EFA-F.	ja	ja	nein
Anzahl der Kriechkörper	2	2	2
Anzahl der Schwindkörper	2		2
Insgesamt: <u>10 Körper</u>			

3. Versuchsaufbau

Die beiden Kriechkörper einer Serie standen jeweils in einem Doppel-Prüfstand mit exakt gleicher Belastung. Anlage 1 zeigt die Belastungsvorrichtung der Kriechversuche KLB I und KLB II. Nach Entlastung der Körper KLB I wurde der erste Prüfstand für die ein Jahr später hergestellten Kriechkörper der Serie KLB III verwendet.

Die Schwindkörper wurden stehend auf Drehscheiben aufbewahrt.

Alle Versuchskörper befanden sich während des gesamten Meßzeitraumes in einer Klimakammer mit 20°C und ca. 65 % rel. Luftfeuchte.

4. Betonzusammensetzung und Festigkeitswerte

Anlage 2 und 3 zeigen die Zusammensetzung des Leichtbetons sowie die chemische Analyse des EFA-Füllers.

Zum Beton der Serie KLB III ist zu bemerken, daß dieser nicht genau dem des o.g. Brückenbauwerks entspricht (s. Lit. [8] , Tafel V) sondern die gleiche Kornabstufung wie bei KLB I und II gewählt und lediglich der EFA-Füller durch die gleiche Menge Normen-Quarzsand ersetzt wurde. Auf diese Weise sollte sichergestellt werden, daß unterschiedliches Langzeitverhalten eindeutig auf die Eigenschaften des Feinstkornanteils zurückgeführt werden konnte. Wegen des unterschiedlichen Wasserbedarfs mußte für KLB III ein höherer W/Z-Faktor (0,63) gewählt werden, gegenüber 0,53 bei KLB I und II und 0,49 beim erwähnten Brückenbeton. Das Verdichtungsmaß v nach Walz lag jedoch gleichmäßig zwischen 1,17 und 1,19.

Anhand der Nebenversuchskörper wurden folgende Festigkeiten gemessen:

Tabelle 2 Festigkeitswerte des Leichtbetons

Serie	KLB I und II	KLB III
Würfelfestigkeit nach 8 Tagen	401 kp/cm ²	318 kp/cm ²
nach 28 Tagen	474 "	368 "
$\beta_{w\infty}$	ca. 580 "	ca. 470 "
E-Modul nach 8 Tagen	182 Mp/cm ²	178 Mp/cm ²
" E_{∞}	ca. 210 "	ca. 205 "
Rohwichte ρ	1,62 kp/dm ³	1,62 kp/dm ³

5. Belastung und Verformungsmessungen

Die Belastung der Kriechkörper und die zugehörigen elastischen Verformungen waren folgende:

Tabelle 3: Dauerlasten und Anfangsverformungen

Serie	KLB I u. II	KLB III
Datum der Herstellung	24.4.67	24.5.68
Datum der Belastung	3.5.67	4.6.68
Betonalter bei Belastung	9 Tage	11 Tage
Aufgebrachte Dauerlast ($\sim 1/3 \cdot \beta_w$)	$\sigma_D = 139 \text{ kp/cm}^2$	$\sigma_D = 110,5 \text{ kp/cm}^2$
Elastische Verkürzung (rechnerisch) $\epsilon_{el} = \frac{\sigma_D}{E_g}$	0,764 ‰	0,620 ‰
Gemessene Verkürzung unmittelbar nach Erreichen der Belastung σ_D	1.M. 0,993 ‰ (nach $\sim 15 \text{ min.}$)	1.M. 0,686 ‰ (nach $\sim 5 \text{ min.}$)

Die Dauerspannung wurde zusätzlich zur Ablesung am Öldruckmanometer an den 4 Spannstangen der Belastungsgestelle kontrolliert.

Die Verformungen der zylindrischen Kriech- und Schwindkörper wurden mit 50 cm - Setzdehnungsmessern mit einer Meßgenauigkeit von $\frac{1}{500}$ mm an 4 Meßstellen auf der Mantelfläche in Längsrichtung gemessen. Querverformungen wurden nicht erfaßt.

Die Tabellen 5 bis 11 (s. Anhang) enthalten die gesamten Meßwerte der Kriech- und Schwindmessungen und ihre Auswertung.

6. Ergebnisse der Langzeit-Beobachtungen

6.1 Schwinden

Die Meßwerte und die daraus ermittelten Schwindkurven sind im Diagramm Anlage 4 bis zu einer Zeit von ca. 1500 Tagen (KLB I u. II) und ca. 1100 Tagen (KLB III) aufgetragen.

Der Leichtbeton ohne EFA - Füller (W/Z-Faktor = 0,63) zeigt eine vom normalen Schwerbeton her bekannte Schwindzunahme mit einem Endschwindmaß von ca. 0,3 ‰ (vgl. DIN 4227, Tafel V, Zeile 4).

Der Leichtbeton mit EFA-Füller (W/Z-Faktor = 0,53) zeigt dagegen ein anderes Schwindverhalten. Bis zu einem Betonalter von ca. 30 Tagen steigt das Schwindmaß normal an ($\epsilon_s < 0,05$ ‰), jedoch tritt bei einem Betonalter von ca. 50 Tagen ein entgegengesetzter Vorgang (Quellen) ein. Das "Quellen" erreicht bis zum Betonalter von ca. 800 Tagen ungefähr den doppelten Wert des anfangs festgestellten Schwindens, so daß — bezogen auf die Anfangsmessung bei einem Betonalter von 9 Tagen — eine bleibende Ausdehnung von ca. 0,04 ‰ festzustellen ist. Die Messungen des 4. Meßjahres ($t = 1100$ bis 1500 Tage) deuten wieder ein leichtes Schwinden an, jedoch kann diese Vermutung aufgrund der wenigen Messungen und der allgemein stark streuenden Meßwerte noch nicht als gesichert gelten. Die Absolutwerte der Schwind- und Quellverformungen dieses Betons sind im übrigen so klein, daß näherungsweise von einem Schwindmaß $\epsilon_s \approx 0$ gesprochen werden kann. Dies verdeutlicht auch das Diagramm der Gesamtverformungen (Anlage 5a).

Den Gewichtsverlust der Schwindkörper zeigt Anlage 9.

6.2 Kriechen

Die Größe der reinen Kriechverformungen wurde aus der an den Kriechkörpern gemessenen Gesamtverformung abzüglich des seit der Belastung der Kriechkörper an den parallel hergestellten Schwindkörpern gemessenen Schwindens und der bei der Lastaufbringung eintretenden elastischen Zusammendrückung ermittelt. Unter der Voraussetzung konstanter Temperatur gilt nämlich

$$\varepsilon_{\text{ges}} = \varepsilon_{\text{el}} + \varepsilon_{\text{k}} + \varepsilon_{\text{s}}$$

bzw.

$$\varepsilon_{\text{k}} = \varepsilon_{\text{ges}} - \varepsilon_{\text{el}} - \varepsilon_{\text{s}}$$

Aus Diagramm Anlage 6 ist zu ersehen, daß aufgrund des unterschiedlichen Schwindens beider Versuchsreihen die Zunahme der gesamten zeitabhängigen Verformungen $\varepsilon_{\text{k}} + \varepsilon_{\text{s}} = \varepsilon_{\text{ges}} - \varepsilon_{\text{el}}$ ebenfalls unterschiedlich ist, jedoch stimmt der reine Kriechverlauf (unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Dauerbelastung) bei beiden Betonen prinzipiell überein. Das zeigt auch der Vergleich der auf die Dauerspannung $\sigma = 1 \text{ kp/cm}^2$ bezogenen Kriechverformungen $\bar{\varepsilon}_{\text{k}}$ (vgl. Diagramm Anlage 8).

Es kann somit festgestellt werden, daß der Zusatz von EFA-Füller keinen wesentlichen Einfluß auf das Kriechverhalten des Blähschiefer-Leichtbetons hat.

Im Vergleich zu früheren Schwerbetonversuchen wurde (vgl. Lit. [3]) ein ungefähr gleich großes bezogenes Kriechmaß $\bar{\varepsilon}_{\text{k}\infty}$ festgestellt. Trotzdem sind die Kriechzahlen \mathcal{V}_{∞} wesentlich kleiner als bei normalem Schwerbeton (s. folgende Tabelle), da durch die größere Verformbarkeit der Zuschläge die elastische Anfangsverformung ε_{el} größer ist.

Tabelle 4 Übersicht der Kriechendwerte

Versuchsreihe	Dauer- spannung σ_D [kp/cm ²]	Elastische Verformung ϵ_{el} [%]	Kriech- wert $\epsilon_{k\infty}$ [%]	Bezogener Kriechwert $\bar{\epsilon}_{k\infty} \left[\frac{10^{-6}}{\text{kp/cm}^2} \right]$	Endkriech- zahl $\gamma_{\infty} = \frac{\epsilon_{k\infty}}{\epsilon_{el}}$
KLB I u. II (mit EFA-Füller)	139	-0,764	-1,22	- 8,8	1,60
KLB III (ohne EFA-Füller)	110,5	-0,620	-0,85	- 7,7	1,37

7. Zusammenfassung

Die vorliegenden Langzeit-Untersuchungen an Blähschiefer-Leichtbeton im Laborklima ergaben etwa gleiches Kriech- und Schwindverhalten wie bei normalem Schwerbeton. Die elastischen Anfangsverformungen sind naturgemäß etwas größer, die Kriechzahlen $\gamma_{\infty} = \frac{\epsilon_{k\infty}}{\epsilon_{el}}$ liegen mit ca. 1,3 - 1,7 dementsprechend niedriger als bei Schwerbeton.

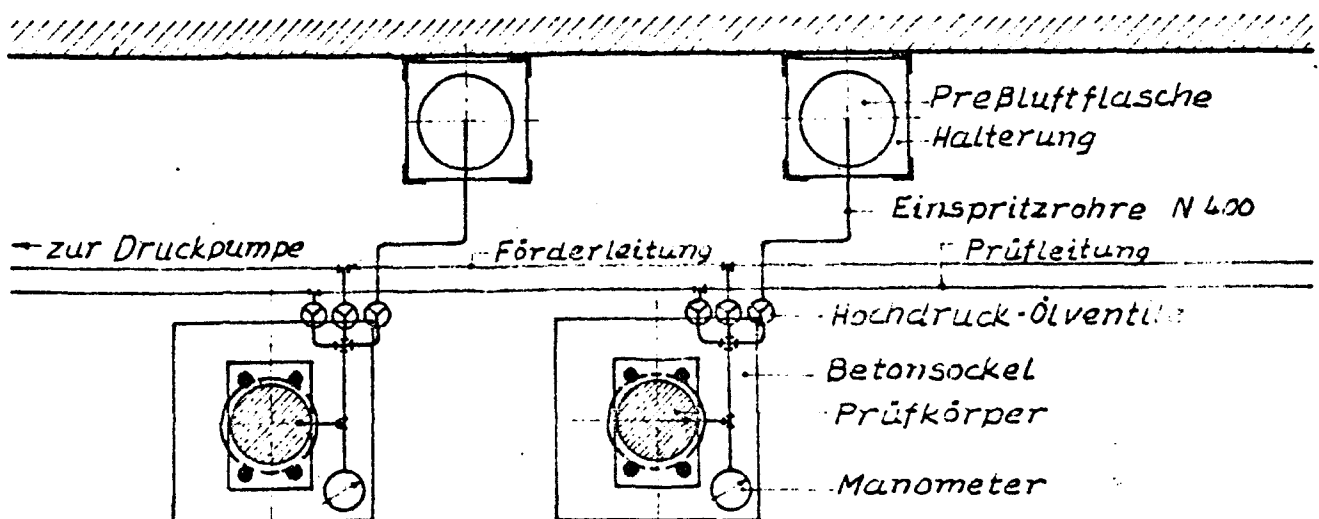
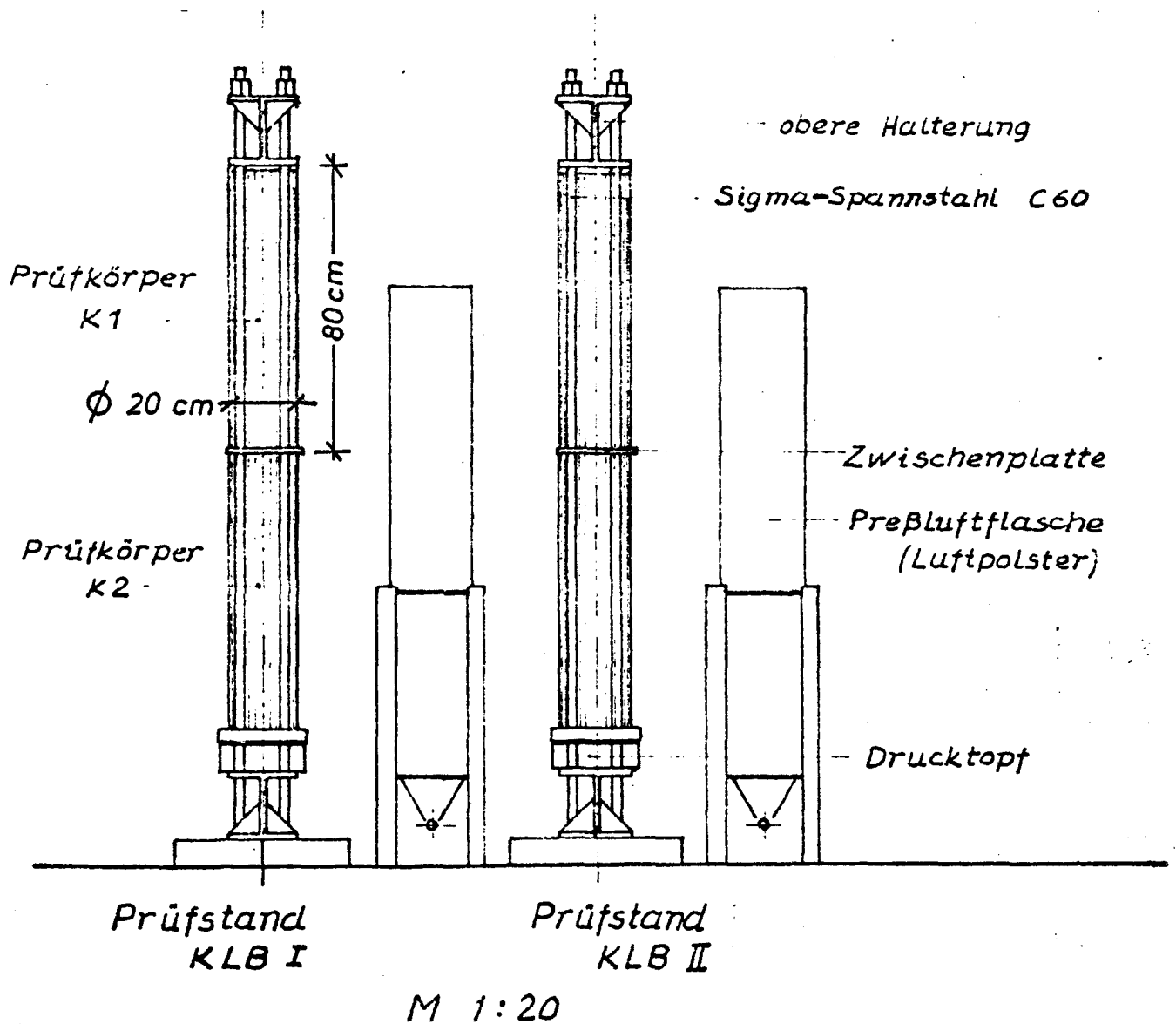
Die Zugabe von Elektro-Filterasche als Feinstkorn anstelle von Normensand 0 - 0,2 mm bei gleichzeitiger Herabsetzung des W/Z-Faktors von 0,63 auf 0,53 hat auf den reinen Kriechvorgang keinen nennenswerten Einfluß, jedoch ist ein grundlegend anderes Schwindverhalten zu erkennen: Nach geringer Schwindverkürzung bis zu einem Betonalter von ca. 30 Tagen tritt in der Folgezeit (ca. 3 Jahre) ein etwa doppelt so großes Quellen ein. Diese Schwind- bzw. Quell-Verformungen sind jedoch so klein ($< \pm 0,05$ %), daß von einem Schwindmaß $\epsilon_s \approx 0$ gesprochen werden kann.

L i t e r a t u r :

- [1] Wagner, O. Das Kriechen unbewehrten Betons
DAfStb., Heft 131
- [2] Hummel, A.
Wesche, L. u.
Brand, W. Der Einfluß der Zementart, des Wasser-
zementverhältnisses und des Belastungs-
alters auf das Kriechen von Beton
DAfStb., Heft 146
- [3] Rüsch, H.
Kordina, K. u.
Hilsdorf, H. Der Einfluß des mineralogischen Charakters
der Zuschläge auf das Kriechen von Beton
DAfStb., Heft 146
- [4] Walz, K u.
Wischers, G. Konstruktionsleichtbeton hoher Festigkeit
Beton-Verlag GmbH., Düsseldorf, 1964
- [5] Wesche, K. Stoffliche Grundlagen zum Entwurf von
Leichtbeton-Konstruktionen
Beton u. Stahlbetonbau, 62. Jahrg., Heft 11/67
- [6] Sasse, R. CEB-Empfehlungen für Stahlleichtbeton
Beton u. Stahlbetonbau, 62. Jahrg., Heft 11/67
- [7] Heufers, H.
u. Aurich, H. Beitrag zur Entwicklung des konstruktiven
Leichtbetons in Deutschland
Betonsteinzeitung 32 (1966), Heft 5.
- [8] Dimel, E. u.
Laparose, H. Erste Bundesstraßenbrücke in Leichtspannbeton
LB 450
Beton u. Stahlbetonbau, 63. Jahrg., 1968, Heft 7
- [9] Kordina, K. u.
Schmidt-Hurtienne, K.-D. Festigkeitseigenschaften und Verformbarkeit
von Leichtzuschlägen.
(Veröffentlichung in Vorbereitung)

Laborversuche an Leichtbeton mit und ohne Zusatz von EFA-Füller

Belastungseinrichtung der Kriechkörper



Klimaraum (20°C , 65 % rel. Luft-Feucht.)

VERSUCHSPROGRAMM : KRIECHEN von unbewehrtem LEICHTBETON
im LABORKLIMA (20°C, 65% rel. Luft-Feucht.

Versuchsserie: KLB I und II

Bestandteile des Leichtbetons:

1. Zement:

PZ 375 der Fa. NORDCEMENT A.G. (Werk Alemannia)
2. Füller:

EFA-Füller obiger Firma 3/5898 (Werkskennziffer)
Händler: H. Keller, Dortmund
3. Zuschlagstoffe:

NORLIT - Blähschiefer der NORDCEMENT A.G.
Werk Hoiersdorf in den Körnungen 0/3, 3/7, 7/15.
4. Zusatzmittel:

CERINOL BV - flüssig d. Fa. Deitermann,
(Chemiewerk, Datteln / Westf.)

Chemische Analyse des EFA.- Füllers:

Kieselsäure	Si O ₂	45,9 %
Tonerde	Al ₂ O ₃	26,5 %
Eisenoxyd	Fe ₂ O ₃	9,1 %
Calciumoxyd	Ca ₂ O ₃	6,3 %
Magnesiumoxyd	Mg O	2,6 %
Natrium	Na	0,8 %
Kalium	K	2,6 %
Schwefelsäure	S O ₃	1,4 %

Zusammensetzung von 1 m³ verdichtetem Beton:

(bezogen auf trockene Zuschläge, Angaben in kp u. dm³)

		kp	dm ³
(1)	EFA-Füller	66	27
(2)	Blähschiefer 0-3	502	264
(3)	Blähschiefer 3-7	209	155
(4)	Blähschiefer 7-15	287	230
	Gesamtwasser	195	195
	Zement PZ 375 Alemannia	370	119
	BV 740 cm ³	---	---
	Luftporengehalt	---	10
	W/Z 0,53	---	---
	V (n. Walz)	1,17	---

VERSUCHSPROGRAMM:

Das Kriechen von unbewehrtem Leichtbeton
im Laborklima (20°C, 65% rel. Luftfeuchtigkeit.)

Versuchsserie: K L B III

Bestandteile des Leichtbetons:

1. Zement:

PZ 375 der Fa. Nordcement A.G. (Werk Alemannia)

2. Feinstkornzusatz:

Normensand I 0/0,2 mm

3. Zuschlagstoffe:

NORLIT - Blähschiefer der Nordcement A.G.
Werk Hoiersdorf in den Körnungen 0/3, 3/7, 7/15-

4. Zusatzmittel:

CERINOL BV- flüssig der Fa. Deitermann,
(Chemiewerk, Datteln / Westfalen)

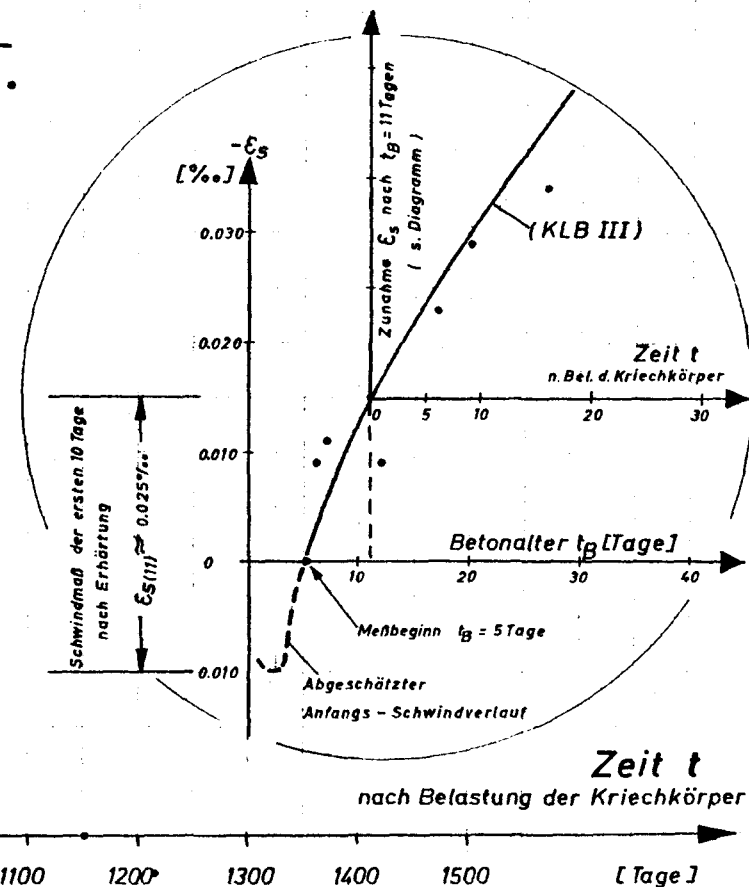
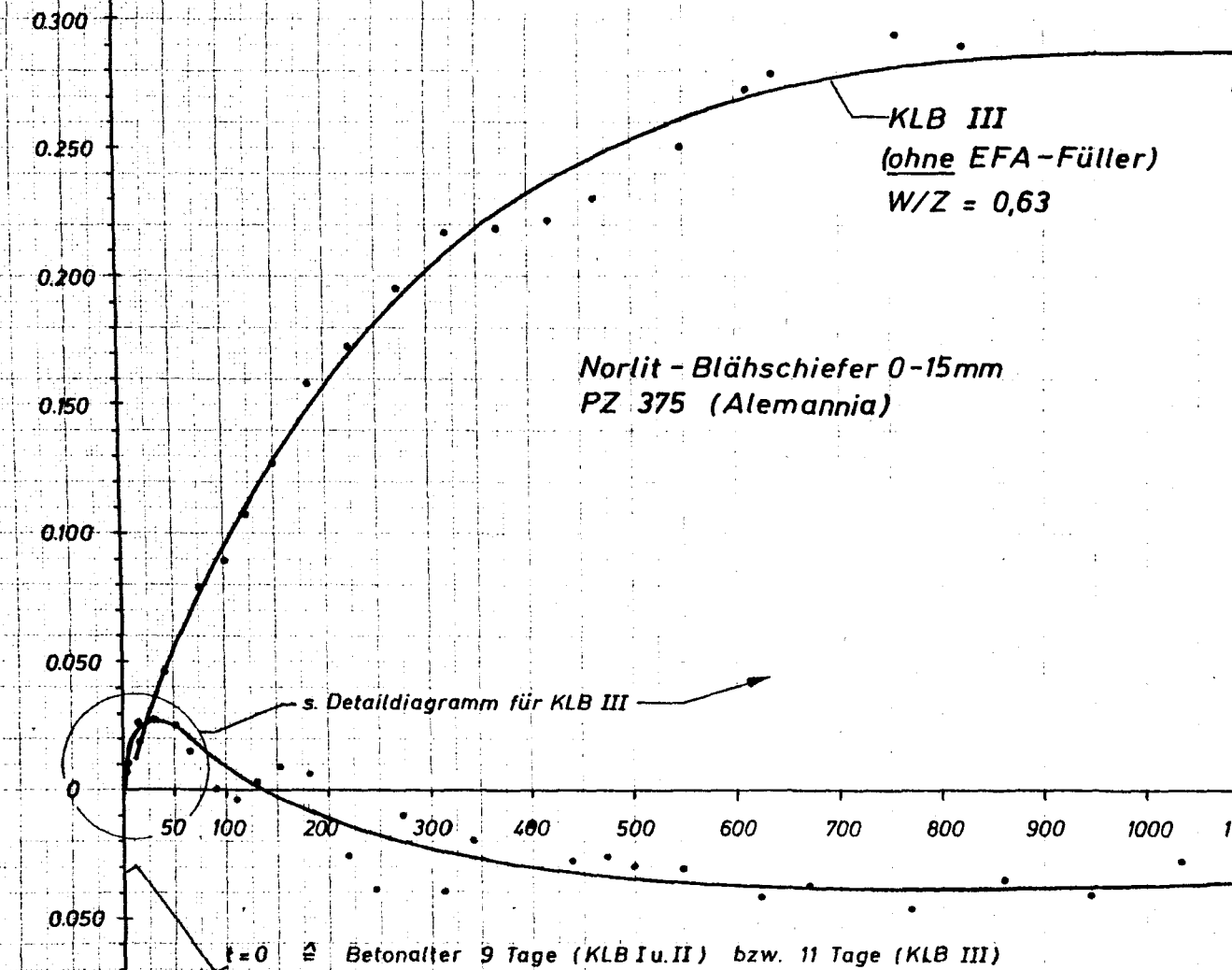
Zusammensetzung von 1 m³ verdichtetem Beton:

(bezogen auf trockene Zuschläge Angaben in kp u. dm³)

			kp	dm ³
(1)	Normensand I	0/0,2	66	27
(2)	Blähschiefer	0/3	502	264
(3)	Blähschiefer	3/7	209	155
(4)	Blähschiefer	7/15	287	230
	Gesamtwasser		233	233
	Zement PZ 375 Alemannia		370	119
	BV- flüssig	740 cm ³	---	---
	Luftporengehalt		---	---
	W/Z	0,63	---	---
	v nach Walz	1,19	---	---

**Schwindverformungen von Leichtbeton
mit und ohne Zusatz von EFA-Füller
im Laborklima (20° C / 65% rel. LF)**

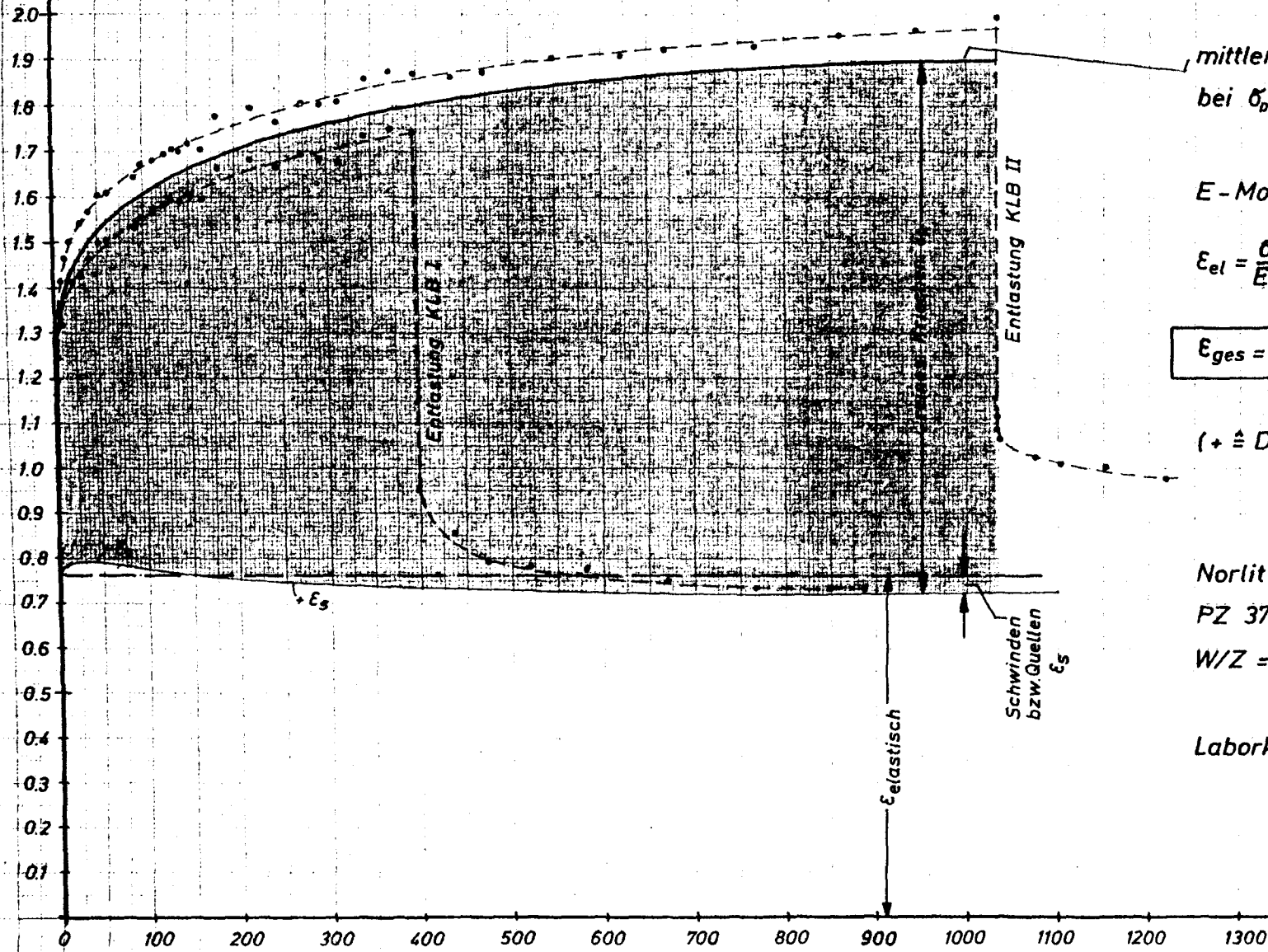
Verformung

 $-\epsilon_s$ (Schwinden)
[‰]


KLB I u. II (mit EFA-Füller)
W/Z = 0,53

Laborversuche an Leichtbeton mit EFA-Füller (KLB I und KLB II)

Verformungen unter Dauerlast

Verformung
- ϵ [%]

mittlere Gesamtverformung ϵ_{ges}
bei $\sigma_b = \frac{P_b}{F_b} \approx \frac{1}{3} \beta_w = 139 \text{ kp/cm}^2$

E-Modul bei Belastungsbeginn
 $E_{e,1} \approx 182 \frac{\text{Mp}}{\text{cm}^2}$
 $\epsilon_{el} = \frac{\sigma_b}{E_{e,1}} = -0,764 \text{ ‰}$

$$\epsilon_{ges} = \epsilon_{el} + \epsilon_k + \epsilon_s$$

(+ $\hat{=}$ Dehnung, - $\hat{=}$ Verkürzung).

Norlit-Blähschiefer 0-15 mm
PZ 375 (Alemannia)
W/Z = 0,53

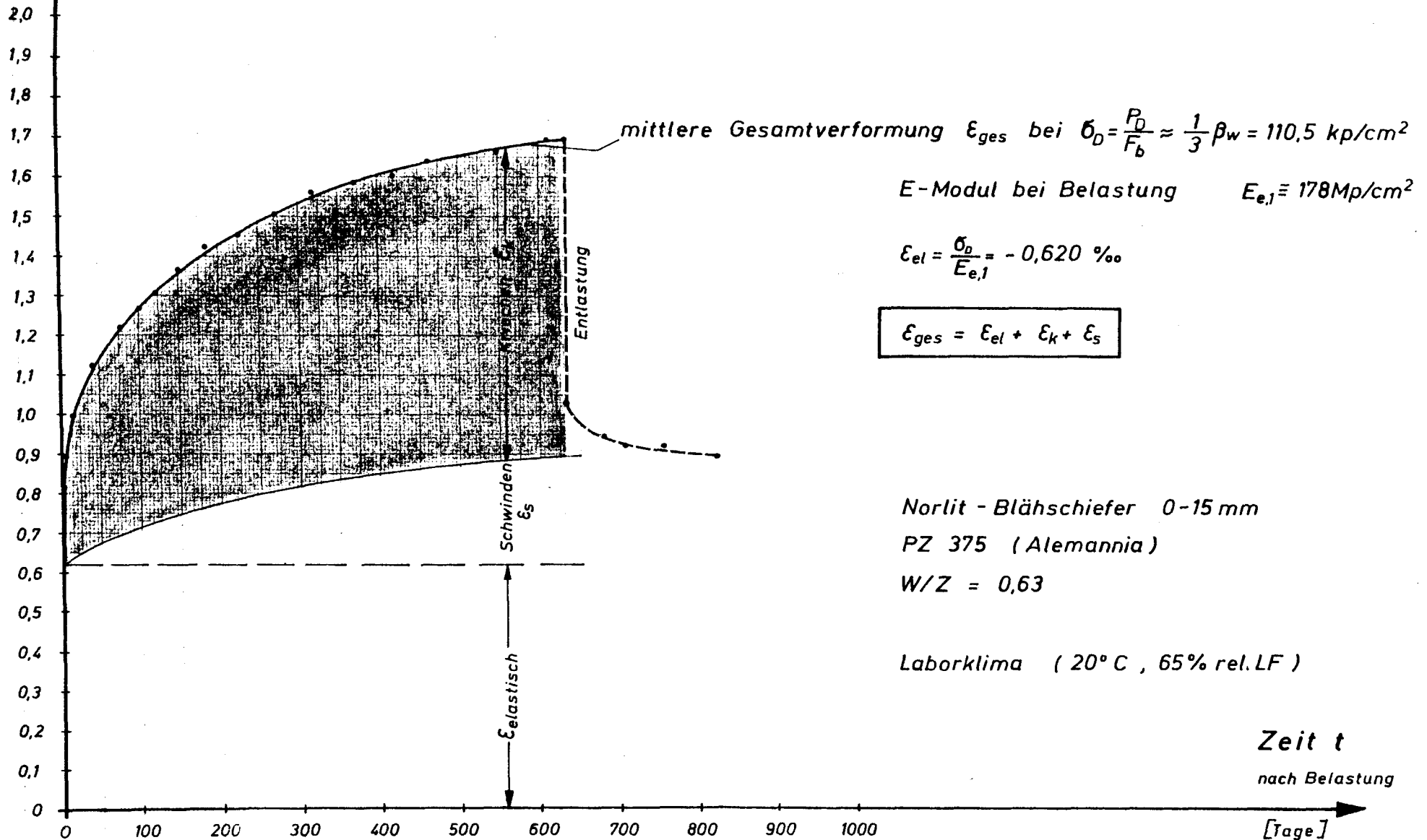
Laborklima (20°C, 65% rel. LF)

Zeit t
nach Belastung

[Tage]

Betonalter bei Belastungsbeginn ($t=0$) \approx 9 Tage

Verformungen unter Dauerlast



Betonalter bei Belastungsbeginn (t=0) = 11 Tage

Laborversuche an Leichtbeton mit und ohne Zusatz von EFA-Füller

Zunahme der reinen Kriechverformungen $\epsilon_k = f(t)$

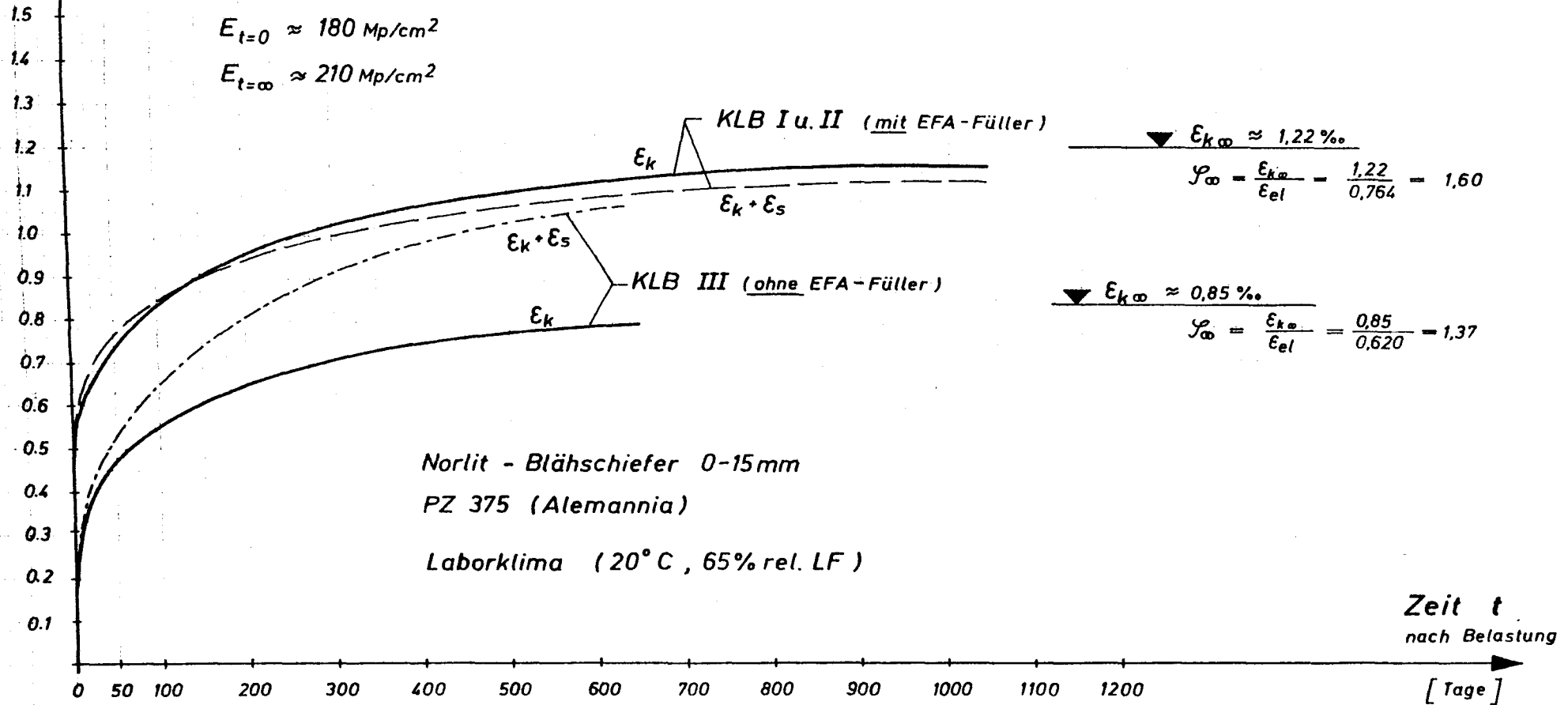
Verformung

- ϵ
[‰]

$$\sigma_D = \frac{P_D}{F_b} \approx \frac{1}{3} \cdot \beta_w$$

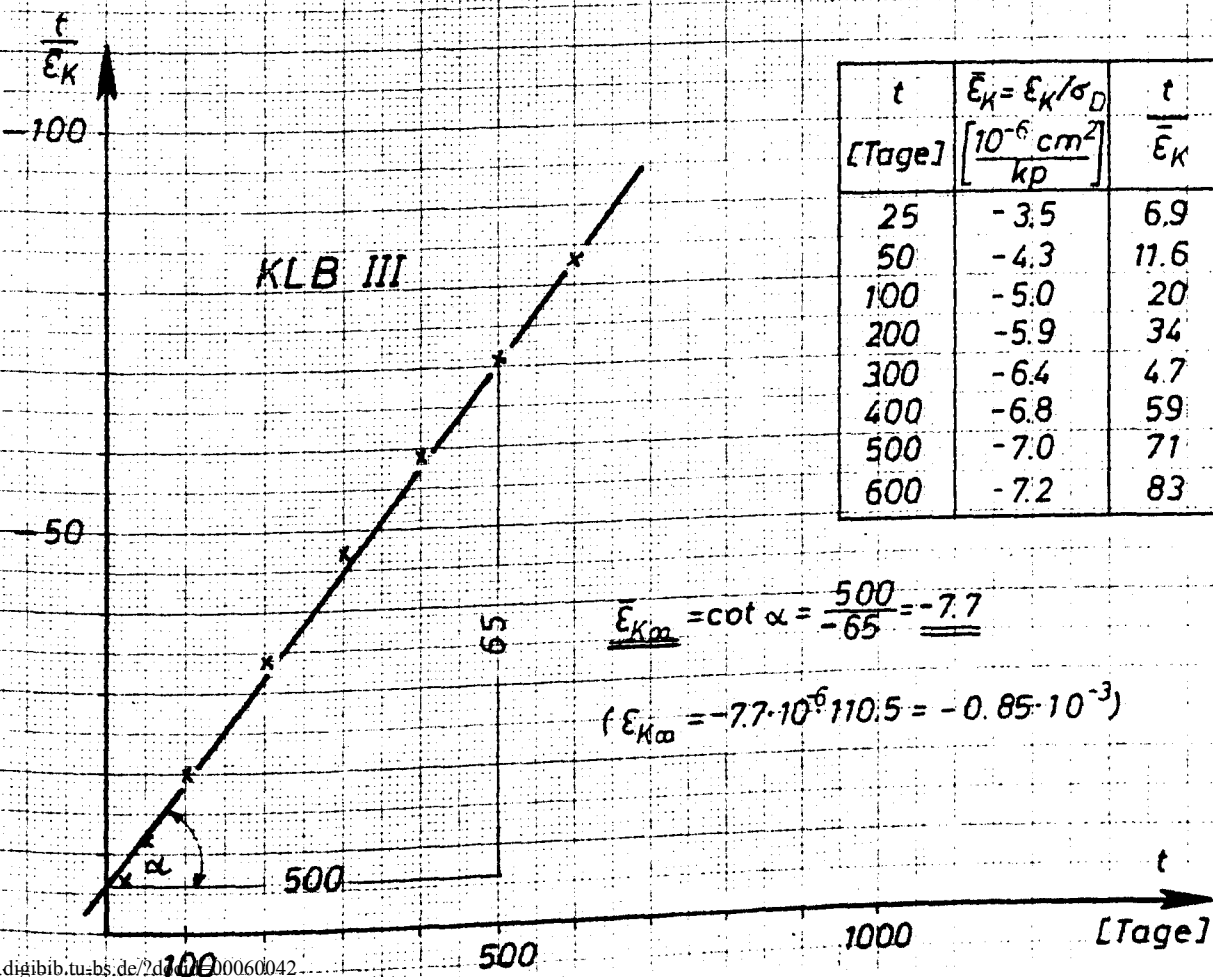
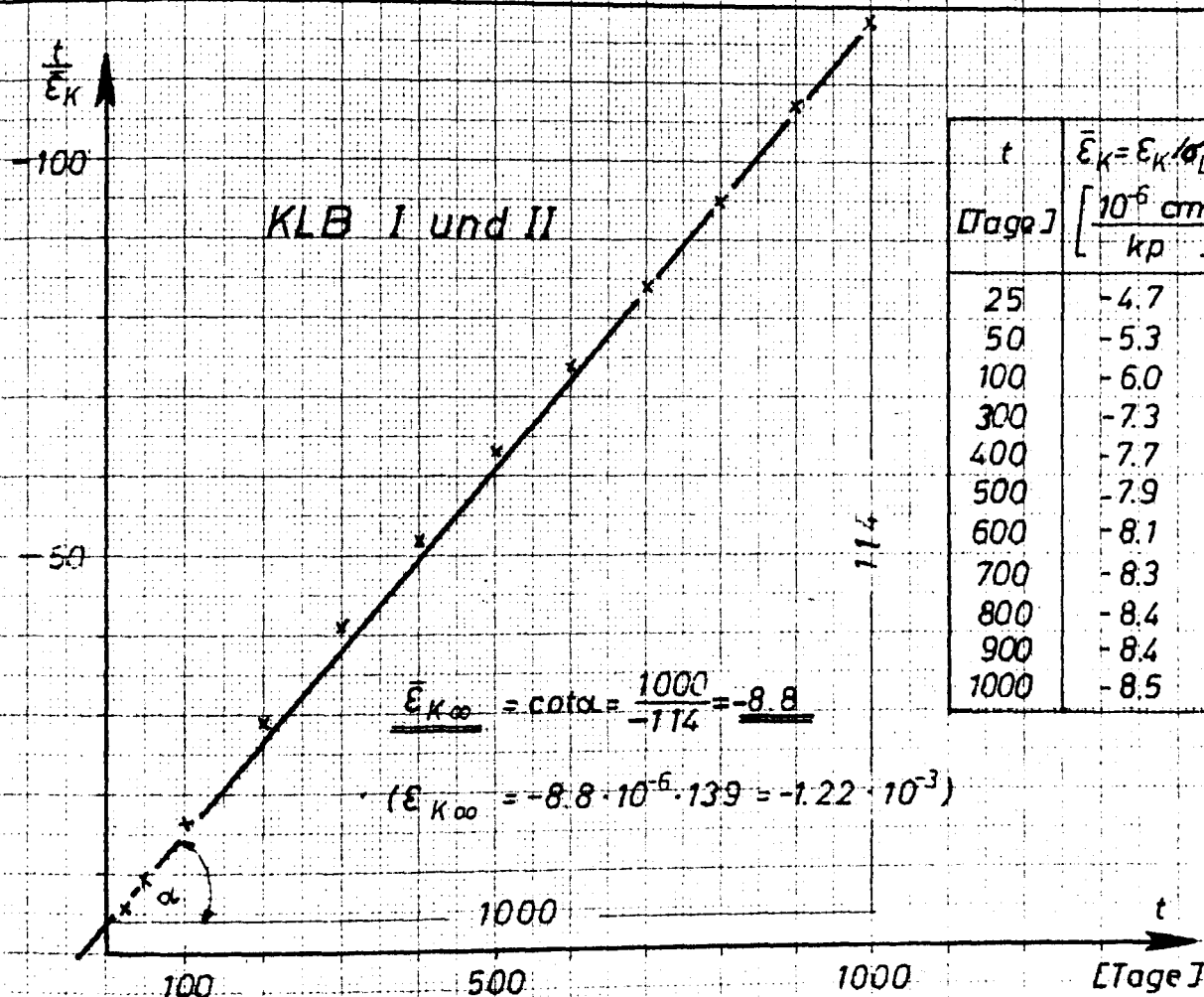
$$E_{t=0} \approx 180 \text{ Mp/cm}^2$$

$$E_{t=\infty} \approx 210 \text{ Mp/cm}^2$$

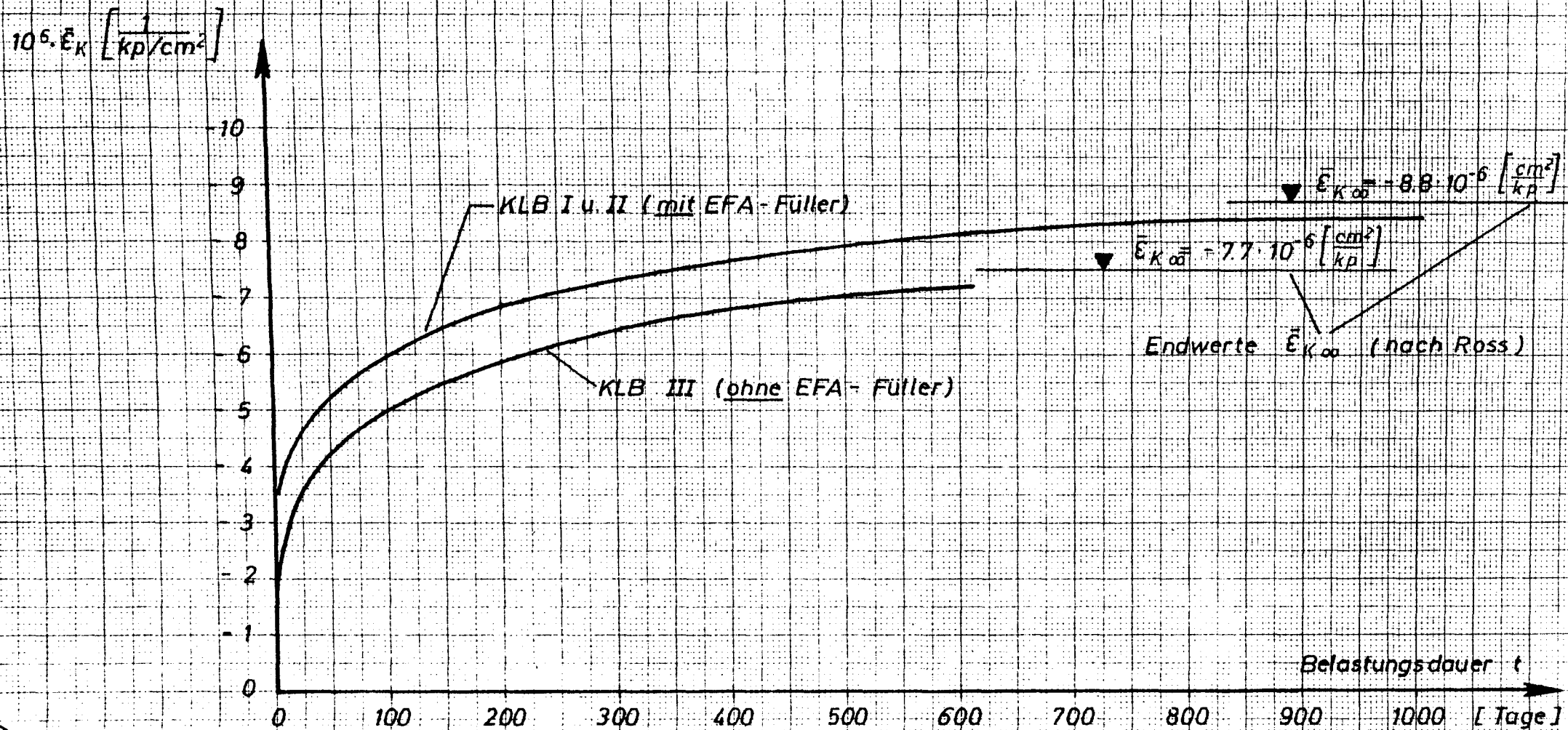


Betonalter bei Belastungsbeginn ($t=0$) = 9 Tage (KLBI u. II) bzw. 11 Tage (KLBI III)

Ermittlung der Endkriechmaße nach Ross



Vergleich der bezogenen Kriechverformungen $\bar{\epsilon}_K = \frac{\epsilon_K}{\sigma_D}$



Endwerte $\bar{\epsilon}_{K\infty}$ (nach Ross)

Belastungsdauer t

Zylindergewicht G

[kp]

Laborklima
(20°C, 65% rel. LF)

Bezugswägungen nach $t_B = 8$ Tagen

40000

39500

39000

KLB I/II (mit EFA-Füller)
(W/Z = 0,53)

KLB III
(ohne EFA-Füller)
(W/Z = 0,63)

$\Delta G \approx 1050p$ (2,6%)
KLB III: Gewichtsverlust nach 3 Jahren

KLB I/II: Gewichtsverlust nach 3 Jahren $\Delta G \approx 730p$ (1,8%)

Gesamt-Wasserabgabe
in % des Anfangs-
Wassergehalts:

KLB I/II : 15%
KLB III : 18%

Betonalter t_B

[Tage]

100

500

1000

A n h a n g

Auswertung der Messungen

Tabellen 5 - 11

T a b e l l e 5

Messung der Gesamtverformung an den Kriechkörpern KLB I

Spalte	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Messung Nr.	Datum	Beton- alter t_B [Tage]	Belastungs- dauer t [Tage]	V e r k ü r z u n g ϵ_{ges} in ‰										Gesamt- mittel KLB I
				Prüfkörper I/1					Prüfkörper I/2					
				Meßstelle :				Mittel	Meßstelle :				Mittel	
				1	2	3	4	1 - 4	1	2	3	4	1 - 4	
1	3.5.67	9	~ 5 min	0,932	0,887	0,867	0,914	0,900	0,651	0,967	1,452	0,924	0,998	0,949
2	"	9	150min=0,1	1,004	0,936	0,920	0,983	0,960	0,702	1,234	1,565	1,002	1,125	1,043
3	"	9	0,17	1,022	0,959	0,940	1,008	0,982	0,720	1,257	1,595	1,016	1,147	1,064
4	"	9	0,26	1,030	0,963	0,945	1,018	0,989	0,724	1,271	1,616	1,022	1,158	1,073
5	"	9	0,33	1,038	0,979	0,951	1,026	0,998	0,734	1,295	1,628	1,036	1,173	1,085
6	4.5.67	10	1,2	1,069	1,008	0,981	1,044	1,025	0,743	1,342	1,691	1,089	1,216	1,120
7	5.5.67	11	2,0	1,136	1,061	1,030	1,118	1,086	0,806	1,377	1,740	1,126	1,262	1,174
8	5.5.67	11	2,3	1,155	1,081	1,044	1,130	1,102	0,812	1,389	1,765	1,149	1,278	1,190
9	8.5.67	14	5	1,212	1,134	1,093	1,185	1,156	0,865	1,444	1,834	1,204	1,336	1,246
10	9.5.67	15	6	1,230	1,153	1,104	1,206	1,173	0,883	1,471	1,858	1,226	1,359	1,266
11	10.5.67	16	7	1,248	1,179	1,118	1,220	1,191	0,906	1,493	1,875	1,240	1,378	1,284
12	11.5.67	17	8	1,259	1,187	1,120	1,226	1,198	0,916	1,493	1,889	1,246	1,386	1,292
13	12.5.67	18	9	1,287	1,214	1,136	1,251	1,222	0,932	1,516	1,926	1,277	1,412	1,317
14	16.5.67	22	13	1,328	1,253	1,171	1,285	1,259	0,973	1,559	1,967	1,318	1,454	1,356
15	17.5.67	23	14	1,340	1,265	1,173	1,289	1,266	0,985	1,567	1,981	1,330	1,465	1,366
16	19.5.67	25	16	1,344	1,279	1,179	1,304	1,276	0,998	1,601	2,001	1,346	1,486	1,381
17	22.5.67	28	19	1,367	1,302	1,197	1,322	1,297	1,016	1,620	2,024	1,365	1,506	1,401
18	24.5.67	30	21	1,383	1,310	1,204	1,334	1,307	1,026	1,632	2,032	1,375	1,516	1,412
19	26.5.67	32	23	1,391	1,314	1,208	1,338	1,312	1,032	1,636	2,044	1,383	1,523	1,418
20	2.6.67	39	30	1,381	1,234	1,218	1,426	1,314	1,059	1,561	2,042	1,475	1,534	1,424
21	5.6.67	42	33	1,399	1,248	1,238	1,446	1,332	1,085	1,579	2,064	1,501	1,557	1,445
22	8.6.67	45	36	1,406	1,257	1,240	1,461	1,341	1,089	1,589	2,073	1,512	1,565	1,453
23	12.6.67	49	40	1,416	1,269	1,244	1,469	1,349	1,106	1,599	2,089	1,528	1,580	1,465
24	16.6.67	53	44	1,428	1,279	1,253	1,479	1,359	1,114	1,612	2,101	1,538	1,591	1,475
25	19.6.67	56	47	1,436	1,285	1,265	1,489	1,368	1,118	1,622	2,111	1,552	1,600	1,484
26	23.6.67	60	51	1,457	1,299	1,275	1,501	1,383	1,138	1,640	2,126	1,565	1,617	1,500
27	26.6.67	63	54	1,442	1,287	1,267	1,493	1,372	1,124	1,628	2,120	1,554	1,606	1,489
28	30.6.67	67	58	1,457	1,297	1,277	1,510	1,385	1,138	1,638	2,136	1,577	1,622	1,503
29	3.7.67	70	61	1,459	1,297	1,279	1,512	1,386	1,140	1,642	2,134	1,581	1,624	1,505
30	7.7.67	74	65	1,455	1,297	1,271	1,493	1,379	1,138	1,636	2,124	1,559	1,614	1,496

T a b e l l e 5 (Fortsetzung)

Messung der Gesamtverformung an den Kriechkörpern KLB I

Spalte	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Messung Nr.	Datum	Beton- alter t_B [Tage]	Belastungs- dauer t [Tage]	V e r k ü r z u n g ϵ_{ges} i n ‰										
				Prüfkörper I/1					Prüfkörper I/2					Gesamt- mittel KLB I
				1	2	3	4	Mittel 1 - 4	1	2	3	4	Mittel 1 - 4	
31	1.8.67	99	90	1,485	1,322	1,295	1,534	1,409	1,169	1,671	2,169	1,610	1,654	1,531
32	9.8. "	107	98	1,514	1,346	1,322	1,565	1,436	1,197	1,699	2,197	1,636	1,682	1,559
33	14.8. "	112	103	1,510	1,340	1,312	1,557	1,429	1,193	1,695	2,191	1,632	1,677	1,553
34	21.8. "	119	110	1,518	1,357	1,320	1,569	1,441	1,210	1,714	2,211	1,646	1,695	1,568
35	28.8. "	126	117	1,536	1,369	1,336	1,581	1,455	1,222	1,724	2,224	1,663	1,708	1,581
36	4.9. "	133	124	1,536	1,369	1,340	1,585	1,457	1,222	1,726	2,224	1,667	1,709	1,583
37	8.9. "	137	128	1,542	1,371	1,340	1,597	1,462	1,226	1,732	2,234	1,677	1,717	1,589
38	11.9. "	140	131	1,542	1,375	1,350	1,599	1,466	1,234	1,736	2,246	1,679	1,723	1,595
39	19.9. "	148	139	1,544	1,377	1,344	1,591	1,464	1,232	1,742	2,236	1,673	1,720	1,592
40	2.10. "	161	152	1,563	1,389	1,357	1,595	1,476	1,248	1,758	2,254	1,679	1,734	1,605
41	13.10. "	172	163	1,552	1,377	1,334	1,593	1,464	1,242	1,758	2,250	1,683	1,733	1,598
42	27.10. "	186	177	1,589	1,420	1,363	1,616	1,497	1,277	1,803	2,273	1,703	1,764	1,630
43	31.10. "	190	181	1,616	1,436	1,399	1,654	1,526	1,306	1,826	2,322	1,754	1,802	1,664
44	6.12. "	226	217	1,644	1,444	1,401	1,673	1,540	1,318	1,848	2,348	1,779	1,823	1,681
45	3.1.68	254	245	1,618	1,430	1,389	1,646	1,520	1,322	1,844	2,338	1,756	1,815	1,667
46	30.1. "	281	272	1,642	1,459	1,414	1,671	1,546	1,348	1,871	2,354	1,777	1,837	1,692
47	19.2. "	301	292	1,632	1,448	1,399	1,665	1,536	1,330	1,860	2,350	1,767	1,826	1,681
48	11.3. "	321	312	1,634	1,450	1,395	1,663	1,535	1,330	1,840	2,346	1,767	1,820	1,678
49	10.4. "	351	342	1,689	1,497	1,455	1,728	1,592	1,381	1,909	2,409	1,828	1,881	1,737
50	7.5. "	378	369	1,707	1,514	1,469	1,738	1,607	1,395	1,924	2,419	1,836	1,893	1,750
51	4.6. "	406	397	1,701	1,508	1,459	1,732	1,600	1,389	1,918	2,409	1,822	1,884	1,742
52	4.6. "	406	Entlastung	0,947	0,861	0,720	0,891	0,854	0,796	1,067	1,312	1,006	1,045	0,950
53	5.6. "	407	-	0,845	0,765	0,643	0,812	0,766	0,726	0,963	1,183	0,924	0,949	0,857
54	15.7. "	447	-	0,789	0,716	0,604	0,759	0,717	0,687	0,912	1,116	0,867	0,895	0,806
55	19.8. "	482	-	0,773	0,708	0,579	0,738	0,699	0,677	0,900	1,098	0,859	0,883	0,791
56	4.10. "	528	-	0,765	0,700	0,569	0,724	0,689	0,667	0,891	1,089	0,845	0,873	0,781
57	5.12. "	590	-	0,761	0,687	0,563	0,714	0,681	0,673	0,885	1,089	0,849	0,874	0,777
58	3.3.69	678	-	0,724	0,665	0,530	0,687	0,651	0,651	0,863	1,065	0,828	0,851	0,751
59	10.6. "	777	-	0,708	0,647	0,506	0,663	0,631	0,639	0,853	1,053	0,814	0,839	0,735
60	7.10. "	896	-	0,704	0,639	0,500	0,661	0,626	0,641	0,853	1,053	0,812	0,839	0,732

Spalte	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Messung Nr.	Datum	Beton- alter	Belastungs- dauer	V e r k ü r z u n g ϵ_{ges} i n ‰										
		t _B [Tage]	t [Tage]	Prüfkörper II/1					Prüfkörper II/2					Gesamt- mittel KLB II
				Meßstelle :				Mittel 1 - 4	Meßstelle :				Mittel 1 - 4	
				1	2	3	4		1	2	3	4		
1	3.5.67	9	15 min	0,932	0,834	0,936	0,975	0,919	1,095	1,722	1,206	0,592	1,153	1,036
2	3.5. "	9	140min=0,1	1,004	0,900	0,998	1,044	0,986	1,189	1,860	1,295	0,645	1,247	1,116
3	3.5. "	9	0,16	1,022	0,922	1,020	1,057	1,005	1,228	1,899	1,322	0,661	1,277	1,141
4	3.5. "	9	0,24	1,032	0,934	1,032	1,083	1,020	1,244	1,922	1,340	0,675	1,295	1,157
5	3.5. "	9	0,32	1,038	0,936	1,032	1,083	1,022	1,244	1,938	1,342	0,679	1,300	1,161
6	4.5. "	10	1,2	1,069	0,979	1,057	1,118	1,055	1,297	2,013	1,404	0,714	1,357	1,206
7	5.5. "	11	1,9	1,130	1,042	1,132	1,181	1,121	1,355	2,075	1,438	0,759	1,406	1,264
8	5.5. "	11	2,3	1,146	1,057	1,151	1,189	1,135	1,369	1,967	1,452	0,775	1,390	1,263
9	8.5. "	14	5	1,195	1,118	1,210	1,236	1,189	1,434	2,169	1,522	0,814	1,484	1,337
10	9.5. "	15	6	1,210	1,146	1,232	1,267	1,213	1,450	2,201	1,542	0,838	1,507	1,360
11	10.5. "	16	7	1,220	1,155	1,246	1,279	1,225	1,471	2,222	1,559	0,840	1,523	1,374
12	11.5. "	17	8	1,236	1,171	1,257	1,689	1,338	1,475	2,234	1,569	0,855	1,533	1,435
13	12.5. "	18	9	1,267	1,200	1,261	1,310	1,259	1,512	2,271	1,595	0,881	1,564	1,412
14	16.5. "	22	13	1,308	1,240	1,289	1,342	1,294	1,554	2,328	1,644	0,914	1,610	1,452
15	17.5. "	23	14	1,312	1,246	1,314	1,350	1,305	1,563	2,338	1,654	0,918	1,618	1,461
16	19.5. "	25	16	1,328	1,267	1,334	1,367	1,324	1,581	2,360	1,675	0,930	1,636	1,480
17	22.5. "	28	19	1,348	1,285	1,357	1,387	1,344	1,608	2,381	1,693	0,953	1,658	1,501
18	24.5. "	30	21	1,353	1,299	1,367	1,391	1,352	1,612	2,393	1,705	0,967	1,669	1,510
19	26.5. "	32	23	1,361	1,302	1,336	1,397	1,349	1,622	2,405	1,707	0,975	1,677	1,513
20	2.6. "	39	30	1,391	1,326	1,357	1,428	1,375	1,650	2,436	1,738	1,002	1,706	1,541
21	5.6. "	42	33	1,404	1,344	1,363	1,440	1,387	1,669	2,456	1,752	1,008	1,721	1,554
22	8.6. "	45	36	1,408	1,350	1,365	1,444	1,391	1,671	2,464	1,758	1,014	1,726	1,559
23	12.6. "	49	40	1,418	1,363	1,373	1,448	1,400	1,687	2,483	1,773	1,022	1,741	1,570
24	16.6. "	53	44	1,428	1,371	1,389	1,461	1,412	1,699	2,497	1,785	1,032	1,753	1,582
25	19.6. "	56	47	1,434	1,383	1,393	1,471	1,420	1,710	2,505	1,789	1,040	1,761	1,590
26	23.6. "	60	51	1,452	1,391	1,414	1,485	1,435	1,716	2,515	1,803	1,053	1,771	1,603
27	26.6. "	63	54	1,436	1,385	1,404	1,477	1,425	1,710	2,513	1,793	1,042	1,764	1,595
28	30.6. "	67	58	1,450	1,397	1,414	1,487	1,437	1,716	2,528	1,809	1,051	1,776	1,606
29	3.7. "	70	61	1,448	1,401	1,416	1,489	1,438	1,720	2,532	1,816	1,055	1,780	1,609
30	7.7. "	74	65	1,463	1,414	1,428	1,499	1,451	1,736	2,554	1,830	1,069	1,797	1,624

T a b e l l e

6 (Fortsetzung)

Messung der Gesamtverformung an den Kriechkörpern KLB II

Spalte	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Messung	Datum	Beton- alter	Belastungs- dauer	V e r k ü r z u n g ϵ_{ges} i n ‰										
		t_B [Tage]	t [Tage]	Prüfkörper II/1					Prüfkörper II/2					Gesamt- mittel KLB II
				Meßstelle :				Mittel 1 - 4	Meßstelle :				Mittel 1 - 4	
				1	2	3	4	1 - 4	1	2	3	4	1 - 4	
31	1.8.67	99	90	1,481	1,430	1,446	1,520	1,469	1,767	2,579	1,858	1,081	1,821	1,645
32	9.8. "	107	98	1,508	1,459	1,471	1,544	1,495	1,791	2,603	1,883	1,112	1,847	1,671
33	14.8. "	112	103	1,499	1,442	1,465	1,536	1,485	1,781	2,599	1,879	1,102	1,840	1,662
34	21.8. "	119	110	1,512	1,473	1,483	1,557	1,506	1,793	2,617	1,891	1,122	1,855	1,681
35	28.8. "	126	117	1,526	1,479	1,497	1,567	1,517	1,816	2,636	1,909	1,136	1,874	1,695
36	4.9. "	133	124	1,528	1,481	1,503	1,559	1,517	1,814	2,636	1,911	1,132	1,873	1,695
37	8.9. "	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	11.9. "	140	131	1,540	1,495	1,514	1,569	1,529	1,816	2,646	1,920	1,138	1,880	1,704
39	19.9. "	148	139	1,536	1,483	1,512	1,571	1,525	1,822	2,640	1,920	1,134	1,879	1,702
40	2.10. "	161	152	1,552	1,493	1,522	1,591	1,539	1,832	2,650	1,936	1,157	1,893	1,716
41	13.10. "	172	163	1,540	1,485	1,508	1,577	1,527	1,830	2,648	1,934	1,149	1,890	1,708
42	27.10. "	186	177	1,571	1,516	1,563	1,622	1,568	1,858	2,672	1,971	1,187	1,922	1,745
43	31.10. "	190	181	1,603	1,552	1,587	1,640	1,595	1,907	2,734	2,005	1,212	1,964	1,780
44	6.12. "	226	217	1,620	1,559	1,595	1,652	1,606	1,930	2,756	2,036	1,232	1,988	1,797
45	3.1.68	254	245	1,585	1,522	1,571	1,626	1,576	1,897	2,719	2,007	1,210	1,958	1,767
46	30.1. "	281	272	1,626	1,581	1,601	1,661	1,617	1,942	2,795	2,036	1,238	2,002	1,810
47	19.2. "	301	292	1,624	1,583	1,595	1,652	1,613	1,940	2,795	2,034	1,230	1,999	1,806
48	11.3. "	321	312	1,628	1,589	1,603	1,659	1,619	1,942	2,799	2,046	1,228	2,003	1,811
49	10.4. "	351	342	1,667	1,618	1,679	1,712	1,669	1,991	2,834	2,089	1,289	2,050	1,859
50	7.5. "	378	369	1,689	1,636	1,673	1,736	1,683	2,003	2,854	2,105	1,308	2,067	1,875
51	4.6. "	406	397	1,679	1,632	1,669	1,726	1,676	2,007	2,848	2,101	1,297	2,063	1,869
52	15.7. "	447	438	1,679	1,632	1,667	1,722	1,675	2,005	2,850	2,091	1,287	2,058	1,866
53	19.8. "	482	473	1,687	1,646	1,683	1,724	1,685	2,009	2,864	2,103	1,293	2,067	1,876
54	13.9. "	507	498	1,683	1,642	1,679	1,728	1,683	1,999	2,862	2,105	1,295	2,065	1,874
55	1.11. "	556	547	1,712	1,681	1,712	1,740	1,711	2,038	2,909	2,142	1,318	2,101	1,906
56	15.1.69	631	622	1,716	1,685	1,707	1,740	1,712	2,058	2,925	2,148	1,320	2,112	1,912
57	3.3. "	676	669	1,722	1,697	1,718	1,750	1,721	2,071	2,927	2,156	1,330	2,121	1,921
58	10.6. "	777	768	1,734	1,712	1,724	1,761	1,732	2,075	2,948	2,164	1,338	2,131	1,932
59	11.9. "	870	861	1,752	1,728	1,742	1,777	1,749	2,095	2,970	2,189	1,357	2,152	1,951
60	4.12. "	954	945	1,769	1,736	1,756	1,787	1,762	2,122	2,995	2,211	1,379	2,176	1,969

Spalte	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Messung Nr.	Datum	Beton- alter	Belastungs- dauer	V e r k ü r z u n g ϵ_{ges} i n ‰										
		t_B [Tage]	t [Tage]	Prüfkörper II/1					Prüfkörper II/2					Gesamt- mittel KLB II
				Meßstelle :				Mittel	Meßstelle :				Mittel	
				1	2	3	4	1 - 4	1	2	3	4	1 - 4	
61	2.3.70	1042	1033	1,789	1,761	1,777	1,809	1,784	2,146	3,025	2,236	1,399	2,201	1,992
62	2.3. "	1042	Entlastung	1,010	0,993	0,932	0,973	0,977	1,246	1,701	1,265	0,814	1,256	1,116
63	2.3. "	1042	-	0,979	0,971	0,906	0,940	0,949	1,222	1,646	1,234	0,800	1,225	1,087
64	4.3. "	1044	-	0,953	0,950	0,888	0,915	0,927	1,196	1,612	1,211	0,790	1,202	1,065
65	13.4. "	1084	-	0,920	0,904	0,847	0,874	0,886	1,156	1,551	1,165	0,764	1,159	1,023
66	11.5. "	1112	-	0,894	0,894	0,829	0,901	0,879	1,138	1,527	1,146	0,745	1,140	1,010
67	29.6. "	1161	-	0,894	0,888	0,831	0,878	0,872	1,138	1,520	1,139	0,741	1,133	1,003
68	2.9. "	1226	-	0,863	0,867	0,810	0,835	0,844	1,109	1,490	1,112	0,718	1,108	0,976

T a b e l l e 7

Messung der Gesamtverformung an den Kriechkörpern KLB III

Spalte	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Messung Nr.	Datum	Beton- alter t _B [Tage]	Belastungs- dauer t [Tage]	V e r k ü r z u n g ε_{ges} i n ‰										
				Prüfkörper III/1					Prüfkörper III/2					Gesamt- mittel KLB III
				Meßstelle :				Mittel 1 - 4	Meßstelle :				Mittel 1 - 4	
				1	2	3	4	1 - 4	1	2	3	4	1 - 4	
1	4.6.68	11	10min=0,01	0,626	0,710	0,765	0,655	0,689	0,687	0,671	0,687	0,687	0,683	0,686
2	4.6. "	11	0,09	0,661	0,749	0,810	0,694	0,728	0,722	0,708	0,730	0,728	0,722	0,725
3	6.6. "	13	2,1	0,738	0,861	0,916	0,789	0,826	0,812	0,789	0,820	0,824	0,811	0,818
4	7.6. "	14	2,9	0,751	0,879	0,936	0,808	0,843	0,830	0,808	0,834	0,840	0,828	0,835
5	10.6. "	17	6	0,810	0,934	1,002	0,857	0,900	0,887	0,859	0,896	0,898	0,885	0,892
6	13.6. "	20	9	0,857	0,991	1,061	0,906	0,953	0,940	0,908	0,924	0,945	0,929	0,941
7	20.6. "	27	16	0,908	1,044	1,118	0,961	1,007	0,993	0,959	0,991	1,008	0,987	0,997
8	25.6. "	32	21	0,945	1,083	1,159	0,993	1,045	1,038	0,996	1,018	1,051	1,025	1,035
9	15.7. "	52	41	1,024	1,175	1,248	1,077	1,131	1,122	1,079	1,098	1,146	1,111	1,121
10	19.8. "	87	76	1,116	1,279	1,353	1,169	1,229	1,228	1,177	1,193	1,248	1,211	1,220
11	13.9. "	112	101	1,157	1,324	1,399	1,214	1,273	1,271	1,218	1,236	1,291	1,254	1,263
12	4.10. "	133	122	1,197	1,369	1,444	1,246	1,314	1,322	1,265	1,279	1,334	1,300	1,307
13	1.11. "	161	150	1,253	1,426	1,499	1,304	1,370	1,379	1,318	1,330	1,391	1,354	1,362
14	5.12. "	195	184	1,308	1,479	1,557	1,365	1,427	1,455	1,373	1,391	1,450	1,417	1,422
15	15.1.69	236	225	1,340	1,516	1,595	1,397	1,462	1,489	1,412	1,418	1,483	1,450	1,456
16	3.3. "	283	272	1,389	1,569	1,646	1,440	1,511	1,540	1,463	1,463	1,528	1,498	1,504
17	18.4. "	329	318	1,446	1,630	1,705	1,499	1,570	1,595	1,518	1,510	1,583	1,551	1,560
18	10.6. "	382	371	1,471	1,656	1,732	1,522	1,595	1,620	1,540	1,534	1,608	1,575	1,585
19	29.7. "	431	420	1,491	1,677	1,752	1,530	1,612	1,636	1,554	1,548	1,622	1,590	1,601
20	11.9. "	475	464	1,530	1,716	1,795	1,575	1,654	1,677	1,591	1,581	1,661	1,627	1,640
21	4.12. "	559	548	1,559	1,742	1,818	1,579	1,674	1,714	1,630	1,610	1,691	1,661	1,667
22	5.2.70	622	611	1,585	1,773	1,840	1,605	1,700	1,740	1,665	1,632	1,707	1,680	1,693
23	2.3. "	647	636	1,589	1,773	1,842	1,616	1,705	1,748	1,669	1,630	1,714	1,690	1,698
24	2.3. "	647	Entlastung	0,985	1,061	1,091	0,998	1,034	1,077	1,032	0,973	1,002	1,021	1,027
25	2.3. "	647	-	0,961	1,042	1,065	0,977	1,011	1,047	1,012	0,947	0,977	0,996	1,004
26	4.3. "	649	-	0,940	1,018	1,034	0,953	0,986	1,028	0,987	0,924	0,951	0,973	0,979
27	13.4. "	689	-	0,908	0,979	0,996	0,926	0,952	0,989	0,951	0,885	0,912	0,934	0,943
28	11.5. "	717	-	0,891	0,959	0,979	0,896	0,931	0,971	0,932	0,865	0,885	0,913	0,922
29	29.6. "	766	-	0,896	0,957	0,973	0,900	0,932	0,973	0,934	0,861	0,883	0,913	0,922
30	2.9. "	831	-	0,867	0,932	0,949	0,875	0,906	0,945	0,906	0,836	0,859	0,887	0,896

T a b e l l e 8

Messung der Schwindverformung an den Schwindkörpern zu KLB I/II

Spalte	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Messung Nr.	Datum	Beton- alter t_B [Tage]	Körper- gewicht G [kp]	Schwindverformung ε_S [°/oo] (+ ε_S = Quellen, - ε_S = Schwinden)										Gesamt- mittel zu KLB I/I
				Prüfkörper SI					Prüfkörper SII					
				Meßstelle :				Mittel 1 - 4	Meßstelle :				Mittel 1 - 4	
				1	2	3	4	1 - 4	1	2	3	4	1 - 4	
1	3.5.67	9	39,883	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3.5. "	9		-0,002	-0,004	-0,004	0,000	-0,0025	0,000	-0,008	-0,006	0,000	-0,0035	-0,003
3	3.5. "	9		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	3.5. "	9		-0,022	-0,004	0,000	-0,002	-0,007	-0,004	-0,008	-0,004	-0,002	-0,0045	-0,006
5	3.5. "	9		0,000	-0,002	+0,008	-0,006	0,000	-	-	-	-	-	0,000
6	4.5. "	10	39,850	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	5.5. "	11		-0,016	-0,006	+0,004	-0,006	-0,006	-0,004	-0,014	-0,010	-0,002	-0,0075	-0,007
8	5.5. "	11		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	8.5. "	14		-0,008	-0,010	-0,006	-0,004	-0,007	-0,010	-0,018	-0,015	-0,010	-0,013	-0,010
10	9.5. "	15	39,799	-0,010	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,017	-0,023	-0,021	-0,017	-0,019	-0,016
11	10.5. "	16		-0,014	-0,014	-0,012	-0,014	-0,014	-0,019	-0,025	-0,025	-0,017	-0,021	-0,018
12	11.5. "	17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	12.5. "	18		-0,016	-0,014	-0,016	-0,014	-0,015	-0,025	-0,029	-0,025	-0,019	-0,024	-0,020
14	16.5. "	22	39,749	-0,027	-0,018	-0,023	-0,020	-0,022	-0,033	-0,033	-0,029	-0,027	-0,030	-0,026
15	17.5. "	23		-0,025	-0,018	-0,025	-0,020	-0,022	-0,033	-0,031	-0,029	-0,029	-0,030	-0,026
16	19.5. "	25		-0,025	-0,018	-0,027	-0,020	-0,023	-0,037	-0,035	-0,031	-0,029	-0,033	-0,028
17	22.5. "	28	39,726	-0,022	-0,014	-0,025	-0,018	-0,022	-0,037	-0,035	-0,029	-0,025	-0,031	-0,026
18	24.5. "	30		-0,029	-0,014	-0,025	-0,020	-0,022	-0,041	-0,037	-0,029	-0,025	-0,033	-0,028
19	26.5. "	32	39,715	-0,025	-0,012	-0,025	-0,020	-0,021	-0,037	-0,037	-0,029	-0,025	-0,032	-0,027
20	2.6. "	39		-0,020	-0,012	-0,027	-0,023	-0,022	-0,035	-0,039	-0,029	-0,025	-0,032	-0,027
21	5.6. "	42		-0,025	-0,014	-0,029	-0,025	-0,023	-0,037	-0,039	-0,029	-0,027	-0,033	-0,028
22	8.6. "	45	39,663	-0,022	-0,012	-0,027	-0,023	-0,021	-0,035	-0,039	-0,029	-0,025	-0,032	-0,027
23	12.6. "	49		-0,018	-0,010	-0,027	-0,020	-0,019	-0,037	-0,039	-0,025	-0,025	-0,031	-0,025
24	16.6. "	53		-0,016	-0,002	-0,023	-0,023	-0,016	-0,035	-0,035	-0,019	-0,023	-0,028	-0,022
25	19.6. "	56		-0,020	-0,000	-0,021	-0,023	-0,016	-0,037	-0,041	-0,029	-0,025	-0,030	-0,023
26	23.6. "	60	39,638	-0,016	-0,002	-0,025	-0,023	-0,017	-0,041	-0,045	-0,021	-0,023	-0,032	-0,025
27	26.6. "	63		-0,006	+0,008	-0,010	-0,008	-0,004	-0,025	-0,033	-0,006	-0,010	-0,018	-0,011
28	30.6. "	67		-0,008	+0,012	-0,008	-0,012	-0,004	-0,029	-0,031	-0,010	-0,013	-0,020	-0,012
29	3.7. "	70		-0,008	+0,010	-0,008	-0,008	-0,004	-0,027	-0,043	-0,008	-0,013	-0,019	-0,011
30	7.7. "	74	39,605	-0,014	+0,018	-0,010	-0,014	-0,005	-0,031	-0,039	-0,015	-0,017	-0,025	-0,015

T a b e l l e 8 (Fortsetzung) Messung der Schwindverformung an den Schwindkörpern zu KLB I/II

Spalte	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Beton- alter	Körper- gewicht	Schwindverformung $\varepsilon_s [^{\circ}/_{\infty}]$ (+ ε_s = Quellen, - ε_s = Schwinden)										
Messung	Datum	t_B	G	Prüfkörper SI					Prüfkörper SII					Gesamt- mittel
Nr.		[Tage]	[kp]	Meßstelle :				Mittel	Meßstelle :				Mittel	zu KLB I/II
				1	2	3	4	1 - 4	1	2	3	4	1 - 4	
31	1.8.67	99	39,562	-0,004	+0,028	+0,008	-0,004	+0,007	-0,017	-0,021	+0,008	0,000	-0,007	0,000
32	9.8. "	107		-0,004	+0,026	+0,004	-0,014	+0,003	-0,023	-0,037	-0,004	0,000	-0,016	-0,007
33	14.8. "	112		+0,014	+0,037	+0,006	+0,002	+0,015	-0,006	-0,027	+0,002	+0,006	-0,006	+0,004
34	21.8. "	119		-0,000	+0,033	+0,006	-0,008	+0,008	+0,002	-0,025	+0,012	+0,004	-0,002	+0,004
35	28.8. "	126		-0,008	+0,020	0,000	-0,018	-0,002	-0,019	-0,043	-0,010	-0,010	-0,020	-0,011
36	4.9. "	133		-0,012	+0,028	+0,012	-0,010	+0,004	-0,010	-0,037	-0,006	-0,004	-0,014	-0,005
37	8.9. "	137		-0,016	+0,028	-0,002	-0,018	-0,002	-0,021	-0,043	-0,006	-0,004	-0,018	-0,010
38	11.9. "	140		-0,008	+0,037	+0,004	-0,010	+0,006	-0,008	-0,043	0,000	+0,002	-0,012	-0,003
39	19.9. "	148		-0,008	+0,024	0,000	-0,014	+0,001	-0,010	-0,037	-0,010	-0,004	-0,015	-0,007
40	2.10. "	161		-0,004	+0,028	0,000	-0,023	0,000	-0,021	-0,043	-0,010	-0,002	-0,019	-0,009
41	13.10. "	172	39,450	+0,022	+0,049	+0,032	+0,012	+0,028	+0,024	-0,016	+0,024	+0,028	+0,015	+0,021
42	27.10. "	186		-0,012	+0,022	0,000	-0,020	-0,003	-0,019	-0,053	-0,015	-0,004	-0,023	-0,013
43	31.10. "	190		-0,010	+0,033	+0,004	-0,018	+0,002	-0,006	-0,053	-0,006	+0,006	-0,015	-0,006
44	6.12. "	226		+0,029	+0,075	+0,045	+0,004	+0,038	+0,045	-0,053	+0,012	+0,049	+0,013	+0,026
45	3.1.68	254		+0,049	+0,090	+0,045	+0,018	+0,051	+0,047	-0,029	+0,032	+0,059	+0,027	+0,039
46	30.1. "	281		+0,012	+0,061	+0,020	-0,010	+0,021	+0,018	-0,059	+0,002	+0,034	-0,001	+0,010
47	19.2. "	301		+0,029	+0,079	+0,035	+0,002	+0,036	+0,036	-0,045	+0,016	+0,051	+0,014	+0,025
48	11.3. "	321		+0,047	+0,098	+0,053	+0,016	+0,054	+0,047	-0,031	+0,030	+0,061	+0,027	+0,040
49	10.4. "	351		+0,024	+0,082	+0,022	-0,012	+0,029	-	-	-	-	-	~ +0,020
50	7.5. "	378		+0,008	+0,069	+0,010	-0,035	+0,025	-	-	-	-	-	~ +0,017
51	4.6. "	406	39,278	+0,024	+0,084	+0,018	-0,012	+0,028	+0,020	-0,061	+0,004	+0,036	0,000	+0,014
52	15.7. "	447		+0,039	+0,098	+0,037	0,000	+0,044	+0,030	-0,049	+0,020	+0,047	+0,012	+0,028
53	19.8. "	482		+0,043	+0,102	+0,035	-0,004	+0,044	+0,028	-0,055	+0,018	+0,043	+0,009	+0,026
54	13.9. "	507		+0,039	+0,106	+0,043	+0,004	+0,047	+0,030	-0,049	+0,028	+0,047	+0,013	+0,030
55	1.11. "	556		+0,051	+0,116	+0,041	-0,004	+0,051	+0,034	-0,055	+0,022	+0,041	+0,011	+0,031
56	15.1.69	631		+0,071	+0,130	+0,051	+0,010	+0,065	+0,049	-0,055	+0,028	+0,053	+0,019	+0,042
57	3.3. "	678		+0,067	+0,133	+0,045	-0,002	+0,061	+0,043	-0,059	+0,026	+0,045	+0,014	+0,038
58	10.6. "	777		+0,092	+0,155	+0,059	+0,014	+0,079	+0,053	-0,059	+0,020	+0,045	+0,015	+0,047
59	11.9. "	870		+0,075	+0,141	+0,051	-0,002	+0,066	+0,045	-0,072	+0,014	+0,030	+0,004	+0,035
60	4.12. "	954	39,170	+0,084	+0,179	+0,075	+0,010	+0,088	+0,071	-0,055	+0,022	-0,053	-0,004	+0,041

T a b e l l e 8 (Fortsetzung) Messung der Schwindverformung an den Schwindkörpern zu KLB I/II

Spalte	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Messung	Datum	Beton- alter t_B [Tage]	Körper- gewicht G [kp]	Schwindverformung ε_S [°/oo] (+ ε_S = Quellen, - ε_S = Schwinden)										
Nr.				Prüfkörper SI					Prüfkörper SII					Gesamt- mittel zu KLBI/I
				Meßstelle :				Mittel	Meßstelle :				Mittel	
				1	2	3	4	1 - 4	1	2	3	4	1 - 4	
61	2.3.70	1042	39,173	+0,078	+0,161	+0,047	-0,022	+0,066	+0,034	-0,082	-	+0,018	~-0,010	~ +0,028
62	29.6. "	1161		+0,047	+0,143	+0,016	-0,051	+0,039	-0,002	-0,108	-0,031	-0,010	-0,038	0
63	2.9. "	1226		+0,069	+0,155	+0,030	-0,037	+0,054	+0,010	-0,100	-0,015	-0,002	-0,027	+0,014
64	24.5.71	1490		+0,084	+0,171	+0,051	-0,031	+0,069	+0,010	-0,088	+0,002	+0,010	-0,017	+0,026

T a b e l l e 9

Messung der Schwindverformung an den Schwindkörpern zu KLB III

Spalte	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Messung Nr.	Datum	Beton- alter t_B [Tage]	Körper- gewicht G [kp]	Schwindverformung ε_S [°/oo] (+ ε_S = Quellen, - ε_S = Schwinden)									
				Prüfkörper SI (SDM)					Prüfkörper SII (Uhr)				Gesamt- mittel zu KLB II
				1	Meßstelle :		4	Mittel 1 - 4	Kern	Mantelfläche		Mitteld. Mantelfl.	
					2	3				1	2		
1	4.6.68	11	40,005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	5.6. "	12		+0,014	+0,016	+0,012	+0,016	+0,015	-0,001	-0,005	-0,001	-0,003	+0,006
3	6.6. "	13		+0,002	+0,002	0,000	+0,002	+0,002	-	-	-	-	+0,002
4	7.6. "	14		+0,002	0,000	-0,002	+0,004	+0,001	-	-	-	-	+0,001
5	10.6. "	17		-0,004	-0,004	-0,006	-0,000	-0,004	-0,004	-0,017	-0,008	-0,013	-0,008
6	13.6. "	20	39,680	-0,015	-0,008	-0,010	-0,006	-0,010	-0,005	-0,027	-0,010	-0,018	-0,014
7	20.6. "	27		-0,015	-0,015	-0,015	-0,008	-0,013	-0,009	-0,040	-0,011	-0,025	-0,019
8	25.6. "	32		-0,025	-0,025	-0,025	-0,019	-0,024	-0,014	-0,051	-0,018	-0,034	-0,029
9	15.7. "	52		-0,041	-0,039	-0,039	-0,035	-0,039	-0,025	-0,081	-0,025	-0,053	-0,046
10	19.8. "	87		-0,076	-0,063	-0,063	-0,057	-0,065	-0,062	-0,128	-0,056	-0,092	-0,079
11	13.9. "	112		-0,084	-0,076	-0,074	-0,070	-0,076	-0,074	-0,141	-0,064	-0,102	-0,089
12	4.10. "	133		-0,106	-0,092	-0,088	-0,090	-0,094	-0,094	-0,160	-0,081	-0,120	-0,107
13	1.11. "	161	39,295	-0,121	-0,108	-0,102	-0,104	-0,109	-0,117	-0,185	-0,104	-0,145	-0,127
14	5.12. "	195		-0,151	-0,139	-0,133	-0,135	-0,140	-0,149	-0,216	-0,145	-0,175	-0,158
15	15.1.69	236	39,165	-0,157	-0,143	-0,135	-0,135	-0,143	-0,175	-0,241	-0,161	-0,201	-0,172
16	3.3. "	283		-0,178	-0,168	-0,157	-0,157	-0,165	-0,200	-0,265	-0,185	-0,225	-0,195
17	18.4. "	329	39,080	-0,206	-0,188	-0,180	-0,186	-0,190	-0,219	-0,282	-0,204	-0,243	-0,217
18	10.6. "	382		-0,200	-0,188	-0,184	-0,182	-0,189	-0,224	-0,288	-0,206	-0,247	-0,218
19	29.7. "	431		-0,208	-0,190	-0,184	-0,190	-0,193	-0,226	-0,292	-0,211	-0,251	-0,222
20	11.9. "	475		-0,239	-0,219	-0,210	-0,208	-0,219	-	-	-	-	-0,230
21	4.12. "	559	38,990	-0,225	-0,200	-0,194	-0,200	-0,205	-0,270	-0,335	-0,254	-0,295	-0,250
22	5.2.70	622		-0,261	-0,237	-0,229	-0,237	-0,241	-0,272	-0,346	-0,263	-0,305	-0,273
23	2.3. "	647	38,975	-0,270	-0,241	-0,237	-0,245	-0,248	-0,286	-0,351	-0,270	-0,310	-0,279
24	29.6. "	766		-0,300	-0,272	-0,263	-0,270	-0,276	-	-0,349	-0,275	-0,312	-0,294
25	2.9. "	831		-0,306	-0,259	-0,253	-0,261	-0,270	-0,287	-0,347	-0,270	-0,309	-0,290
26	24.5.71	1095		-0,278	-0,235	-0,237	-0,252	-0,251	-0,274	-0,333	-0,254	-0,294	-0,273

T a b e l l e 10

Ermittlung der reinen Kriechverformung

KLB I u. II

Belastgs- zeit t [Tage]	Gesamtverformung $\epsilon_{ges}(t)$ [°/°°]			Elastische Verformung ϵ_{el} [°/°°]	$\epsilon_{ges} - \epsilon_{el}$ $= \epsilon_K + \epsilon_S$ [°/°°]	Schwinden ϵ_S [°/°°]	Kriechen ϵ_K [°/°°]
	KLB I	KLB II	Mittel				
2,3	-1,190	-1,263	-1,226	Belastung -0,764	-0,462	-0,007	-0,455
5	-1,246	-1,337	-1,292	"	-0,528	-0,010	-0,518
14	-1,336	-1,461	-1,414	"	-0,650	-0,026	-0,624
30	-1,424	-1,541	-1,483	"	-0,719	-0,027	-0,692
51	-1,500	-1,603	-1,552	"	-0,788	-0,025	-0,763
65	-1,496	-1,624	-1,560	"	-0,796	-0,015	-0,781
90	-1,531	-1,645	-1,588	"	-0,824	0	-0,824
110	-1,568	-1,681	-1,625	"	-0,861	+0,004	-0,865
131	-1,595	-1,704	-1,650	"	-0,886	-0,003	-0,883
152	-1,605	-1,716	-1,660	"	-0,896	-0,009	-0,887
181	-1,664	-1,780	-1,722	"	-0,958	-0,006	-0,952
217	-1,681	-1,797	-1,739	"	-0,975	+0,026	-1,001
245	-1,667	-1,767	-1,717	"	-0,953	+0,039	-0,992
272	-1,692	-1,810	-1,751	"	-0,987	+0,010	-0,997
312	-1,678	-1,811	-1,745	"	-0,981	+0,040	-1,021
342	-1,737	-1,859	-1,798	"	-1,034	+0,020	-1,054
397	-1,742	-1,869	-1,806	(+0,792)	-1,042	+0,014	-1,056
397	-0,950	-	-	Entlastung	-	-	-
438	-0,806	-1,866	-1,810	KLB I	-1,046	+0,028	-1,074
473	-0,791	-1,876	-1,817	"	-1,053	+0,026	-1,079
498	-	-1,874	-1,815	"	-1,051	+0,030	-1,081
547	-	-1,906	-1,845	"	-1,081	+0,031	-1,112
622	-	-1,912	-1,850	"	-1,086	+0,042	-1,128
669	-0,751	-1,921	-1,860	"	-1,096	+0,038	-1,134
768	-0,735	-1,932	-1,872	"	-1,108	+0,047	-1,155
861	-	-1,951	-1,892	"	-1,128	+0,035	-1,163
945	-	-1,969	-1,910	"	-1,146	+0,041	-1,187
1033	-	-1,992	-1,930	(+0,876)	-1,166	+0,028	-1,194
1033	-	-1,116	-	Entlastung	-	-	-
1075	-	-1,023	-	KLB II	-	-	-
1103	-	-1,010	-	"	-	0	-
1152	-	-1,003	-	"	-	+0,014	-
1217	-	-0,976	-	"	-	-	-

Belastgs- zeit t [Tage]	Gesamt- Verformung $\epsilon_{ges}(t)$ [‰]	Elastische Verformung ϵ_{el} [‰]	$\epsilon_{ges} - \epsilon_{el}$ $= \epsilon_{\kappa} + \epsilon_s$ [‰]	Schwinden ϵ_s [‰]	Kriechen ϵ_{κ} [‰]
2,1	-0,818	Belastung -0,620	-0,198	-0,002	-0,200
6	-0,892	"	-0,272	-0,008	-0,264
16	-0,997	"	-0,377	-0,019	-0,358
41	-1,121	"	-0,501	-0,046	-0,455
76	-1,220	"	-0,600	-0,079	-0,521
101	-1,263	"	-0,643	-0,089	-0,554
122	-1,307	"	-0,687	-0,107	-0,580
150	-1,362	"	-0,742	-0,127	-0,615
184	-1,422	"	-0,802	-0,158	-0,644
225	-1,456	"	-0,836	-0,172	-0,664
272	-1,504	"	-0,884	-0,195	-0,689
318	-1,560	"	-0,940	-0,217	-0,723
371	-1,585	"	-0,965	-0,218	-0,747
420	-1,601	"	-0,981	-0,222	-0,759
464	-1,640	"	-1,020	-0,230	-0,790
548	-1,667	"	-1,047	-0,250	-0,797
611	-1,693	"	-1,073	-0,273	-0,800
636	-1,698	(+0,671)	-1,078	-0,279	-0,799
636	(-1,027)	Entlastung		-	
678	(-0,943)			-	
706	(-0,922)			-	
755	(-0,922)			-0,294	
820	(-0,896)			-0,290	

